

SOLUTION INGREDIENT SENSOR

Publication number: JP6018421

Publication date: 1994-01-25

Inventor: SAKAI TADASHI; YAGI HITOSHI

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: G01N21/27; G01N21/76; G01N21/25; G01N21/76;
(IPC1-7): G01N21/76; G01N21/27

- European:

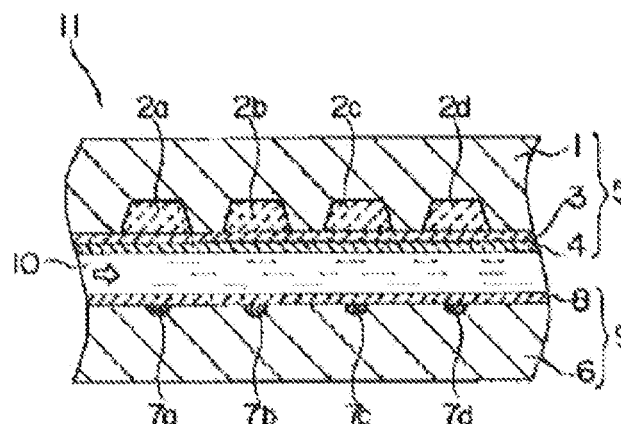
Application number: JP19920172737 19920630

Priority number(s): JP19920172737 19920630

[Report a data error here](#)

Abstract of JP6018421

PURPOSE:To provide a solution ingredient sensor that can achieve its miniaturization by making respective elements such as an emission light source, a subject solution cell, a light receiving parts or the like integrally into one body. **CONSTITUTION:**This solution ingredient sensor is provided with a luminous element 2 exciting a porous semiconductor for emission, a subject solution passage 10 being installed so as to traverse an optical path out of this luminous element, and running a subject solution colored according to the concentration of a measuring objective ingredient, and a light receiving element 7 receiving a light out of the luminous element transmitted through the subject solution and converting it into an electric output. The luminous element 2, light receiving element 7 and subject solution passage 10 are integrated and formed in two semiconductor substrates 1 and 6 of one body or a laminated structure, and they are constituted so as to measure the concentration of the measuring objective ingredient by means of intensity of a light after being transmitted through the subject solution.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

Family list

1 family member for: **JP6018421**
Derived from 1 application

[Back to JP601](#)**1 SOLUTION INGREDIENT SENSOR****Inventor:** SAKAI TADASHI; YAGI HITOSHI**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO**EC:****IPC:** *G01N21/27; G01N21/76; G01N21/25* (+3)**Publication info:** **JP6018421 A** - 1994-01-25

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-18421

(43) 公開日 平成6年(1994)1月25日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 1 N 21/76
21/27

識別記号

序内整理番号

7906-2 J
Z 7370-2 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-172737

(22) 出願日 平成4年(1992)6月30日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 酒井 忠司

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 八木 均

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

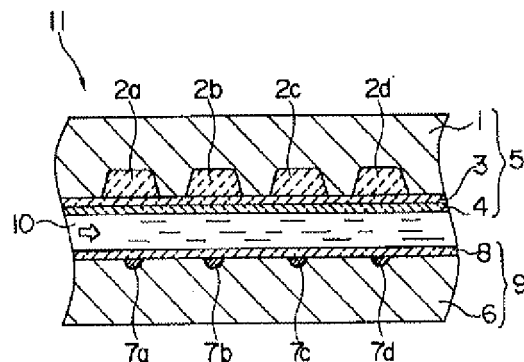
(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

(54) 【発明の名称】 溶液成分センサ

(57) 【要約】

【目的】 発光光源、被検液セル、受光部等の各要素を一体に集積化することを可能にすることによって、小型化を達成した溶液成分センサを提供する。

【構成】 多孔質半導体2を励起して発光させる発光素子と、発光素子からの光路を横切るように設けられ、測定対象成分の濃度に応じて呈色ないしは発色させた被検液を流通させる被検液流路10と、被検液を透過した発光素子からの光を受けて電気的出力に変換する受光素子7とを具備する溶液成分センサである。発光素子2、受光素子7および被検液流路10は、一体ないしは積層構造の半導体基板1、6中に集積形成されており、被検液を透過した後の光の強度により、測定対象成分の濃度を測定するよう構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多孔質半導体を励起して発光させる発光素子と、前記発光素子からの光路を横切るように設けられ、測定対象成分の濃度に応じて呈色ないしは発色させた被検液を流通させる被検液流路と、前記被検液を透過した前記発光素子からの光を受けて電気的出力に変換する受光素子とを具備し、前記発光素子、受光素子および被検液流路を一体ないしは積層構造の半導体基板中に集積形成すると共に、前記被検液を透過した後の光の強度により、前記測定対象成分の濃度を測定するよう構成したことを特徴とする溶液成分センサ。

【請求項2】 被検液の流路に面して設けられた多孔質半導体と、この多孔質半導体を励起発光させる手段と、前記多孔質半導体からの発光を受けて電気的出力に変換する受光素子とを具備し、前記被検液に接触することにより変化する前記多孔質半導体からの発光波長および強度の少なくとも一方を検出し、前記被検液中の測定対象成分の濃度を測定するよう構成したことを特徴とする溶液成分センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、溶液中の成分濃度を測定する溶液成分センサに関する。

【0002】

【従来の技術】溶液成分測定、特に生化学分析を代表とする各種溶液成分の機器分析では、吸光分光法が主に利用されている。この吸光分光法は、測定対象成分と反応して発色あるいは呈色するような試薬を被検液に添加し、この色変化を吸光分光して検出成分を定量化する方法である。例えば、血液等の自動生化学分析装置においては、吸光分光法を適用して、30種類以上の成分が測定されている。

【0003】従来の吸光分光法を適用した分析装置の概要を説明すると、光源となるハロゲンランプ等からの白色光が光ファイバ等によって吸光セルの一端に導かれる。吸光セルには、被検液と該被検液中の測定対象成分と反応して適当な発色や色変化を生じる試薬を入れる。上記白色光は、吸光セルを通過して受光ユニットに至る間に、測定対象成分の濃度に応じて吸光される。この吸光された光を回折格子等で分光し、フォトダイオードアレイ等で目的の吸光ピークが生じた波長の吸光度を求め

ることによって、測定対象成分の濃度を測定する。

【0004】このような従来の吸光分光による分析装置は、光源からセルまでの光の導入系、セルから分光部までの光の導入系、分光部、受光部等がそれぞれ独立の部品で構成されており、装置全体が複雑で、かつ大型化してしまうという問題を有していた。特に、発光部はハロゲンランプ等であるために集積化が困難であり、また回折格子による分光部は、機器的に小型化が困難であると

ト化を妨げる要因となっていた。

【0005】また、上述したような従来の吸光分光法では、毎回測定の度に色変化を生じさせるための試薬を添加する必要があり、多数の分析を行う場合には、この試薬の消耗が測定コストの増大を招いていた。

【0006】一方、各種溶液成分の自動分析装置において、一部の電解質はイオン電極方式で測定されている。これは、一般に白金や銀等の電極表面に、塩化ビニール等のプラスチックをベースにして、イオン感受性の材料、例えばカリウムイオンに対してであればバリノマイシンといった大環状イオノフォアを可塑剤等と共に混入させた膜を塗布したものである。このような電極を用いて、特定の対象イオンにより選択的に電位変化することを利用して、センシングを行っている。

【0007】しかし、イオン電極方式では、極めて高インピーダンスの電極の電位を精密に測定する必要があるため、センサやそれからの配線引き回し、さらにはアンブ等のノイズに著しく敏感で、取扱いが複雑であると共に、測定精度が低下しやすいという難点がある。また、この系だけが、光ではなく電位測定型であるため、系をまったく別に設ける必要がある点も、測定系全体の小型・簡易化から考えると不都合を生じていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の吸光分光式の溶液成分分析装置は、装置全体が複雑で、大型化してしまうという問題を有しており、また測定毎に消耗する試薬によって、測定コストが高いという問題を有していた。一方、イオン電極方式は、電位が不安定になりやすく、かつノイズに著しく敏感であるため、取扱いが複雑であると共に、測定精度が低下しやすいという難点があった。

【0009】本発明は、このような従来技術の課題に対処するためになされたもので、発光光源から被検液の導入セル、さらに受光部までを一体に集積化することを可能にした、小型の溶液成分センサを提供することを主な目的としており、さらには試薬の消耗を回避した上で、イオン電極型センサの問題点である、電位の不安定さやノイズに対する弱さを解消した溶液成分センサを提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明における第1の溶液成分センサは、多孔質半導体を励起して発光させる発光素子と、前記発光素子からの光路を横切るように設けられ、測定対象成分の濃度に応じて呈色ないしは発色させた被検液を流通させる被検液流路と、前記被検液を透過した前記発光素子からの光を受けて電気的出力に変換する受光素子とを具備し、前記発光素子、受光素子および被検液流路を一体ないしは積層構造の半導体基板中に集積形成すると共に、前記被検液を透過した後の光の強度により、前記測定対象成分の濃度を測定するよう構成

したことを特徴としている。

【0011】また、第2の溶液成分センサは、被検液の流路に面して設けられた多孔質半導体と、この多孔質半導体を励起発光させる手段と、前記多孔質半導体からの発光を受けて電気的出力に変換する受光素子とを具備し、前記被検液に接触することにより変化する前記多孔質半導体からの発光波長および強度の少なくとも一方を検出し、前記被検液中の測定対象成分の濃度を測定するよう構成したことを特徴としている。

【0012】

【作用】本発明の溶液成分センサにおいては、シリコンを初めとする半導体の超微細多孔質体を発光光源として用いている。このような多孔質半導体を光源として用いることにより、発光光源、被検液セル、受光素子等のそれぞれの要素を、半導体微細加工技術により実質的に一体の基板に集積形成することが可能となる。これによって、各要素の配置精度を高精度化することができると共に、系全体を著しく小型化することが可能となる。また、測定に必要な被検液量の低減を図ることができる。さらには、発光スペクトルのピークが異なる複数の発光素子を容易にアレイ状に形成することができるため、これらに個々に対応させた複数の受光素子を設けることにより、回折格子をなくした小型な分光測定系が実現できる。

【0013】また、半導体の超微細多孔質体に、バンドギャップ以上のエネルギーを有する励起光を照射したり、あるいは電荷を注入すると、半導体の微細構造に応じた発光が観察される。シリコン等の間接遷移型の半導体でも、電解エッチング等により多孔質化すると、直接遷移的な発光現象が生じ、しかも発光特性は多孔質体の曝されているガス雰囲気によって変化する。そして、この発光現象は溶液中でも観測され、しかも溶液成分によって変化することを本発明者らは見出した。よって、多孔質半導体を被検液となる溶液と接触させた状態で、多孔質半導体を光や電荷によって励起することによって、被検液中の測定対象成分の濃度に応じた強度や波長の発光が得られる。この発光強度や発光波長を検出することにより、試薬を消耗することなく、測定対象成分の濃度を測定することが可能となる。また、従来の電位検出型センサのように、外乱雑音によって測定精度等が低下するようなこともない。そして、この光学的検出法による溶液成分センサも、基本的に全て同一の半導体材料の加工で実現可能であるため、各機能部分を実質的に一体の基板上に集積形成することができる。これによって、従来に比べて著しく小型の光学的成分センサが実現できる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0015】図1は、本発明による溶液成分センサの一実施例の要部構成を示す断面図である。同図において、

1は結晶シリコン基板等からなる第1の半導体基板であり、この第1の半導体基板1には、例えばフッ酸系のエッチング液を用いた電解エッチングによって、複数の多孔質シリコン層2a、2b、2c、2dが離間して設けられている。これら複数の多孔質シリコン層2は、それぞれ発光素子として機能するものであり、発光波長が異なるように形成されている。

【0016】多孔質シリコン層2は、結晶シリコン基板の背面にオーミック電極を形成し、これを陽極とし、また対極として白金板等を用いて、フッ酸系のエッチング液中で電解エッチングを行うことにより形成することができる。エッチング液としては、例えば49%のフッ酸が用いられるが、表面の均一性を改善するために、エタノール等による希釈溶液を用いることもできる。また、多孔質層の多孔度を上げるために、エッチング中にタングステンランプ等によって光を照射することも有効である。さらに、電解エッチング終了後に、フッ酸中に静置して後エッチングを行うことも、発光強度を上げるのに有効である。

【0017】また、多孔質シリコン層2の発光特性は、エッチング条件によって異なるため、これを利用して各多孔質シリコン層2a、2b、2c、2dからの発光特性（例えば発光波長）を変化させる。発光特性を変化させる具体的な方法としては、予め多孔質層形成部に異なる濃度の不純物を拡散しておいたり、各々異なる電流密度で電解エッチングを行ったり、あるいは電解エッチング中の光照射条件を変化させたり、さらには電解エッチング後のフッ酸中での後エッチングの浸漬時間を変化させる等が挙げられる。

【0018】この実施例では、49%のフッ酸中で電流密度を20～80mA/cm²の範囲で変化させて電解エッチングを行うことにより、600nm～800nmの範囲の異なるピーク波長を有する複数の多孔質シリコン層2a、2b、2c、2dを得た。

【0019】上記第1の半導体基板1の多孔質シリコン層2が形成されている側の表面には、透光性導電層3および透明絶縁膜4が順に形成されており、これらによって発光部5が構成されている。上記透光性導電層3としては、多孔質シリコン層2への電荷注入層としてのスパッタ法等によるITO膜や金の超薄膜、あるいは多孔質シリコン層2の発光波長から推定されるバンドギャップより広いバンドギャップを有する半導体層、すなわち多孔質シリコン層2とpn接合を形成する反対導電型の半導体層等が例示される。そして、透光性導電層3から各多孔質シリコン層2に電荷を注入することによって、あるいは透光性導電層3と各多孔質シリコン層2とにより形成されたpn接合に通電することによって、各多孔質シリコン層2a、2b、2c、2dは、それぞれのエッチング条件に応じた波長で発光する。

【0020】なお、この実施例では、多孔質シリコン層

2の励起発光手段として、透明導電層3による電荷注入、あるいは半導体のpn接合を用いた例について説明したが、本発明における多孔質半導体層の励起発光手段はこれらに限られるものではなく、例えば後述する実施例と同様に、光により多孔質半導体層を励起して発光させてもよい。また、多孔質半導体層を形成する第1の半導体基板1としては、結晶ゲルマニウム基板等を用いることも可能である。

【0021】一方、受光部側となるp型シリコン基板からなる第2の半導体基板6には、各多孔質シリコン層2a、2b、2c、2dと対応するように、同間隔で複数のn型不純物層7a、7b、7c、7dが設けられ、受光素子として機能する複数のフォトダイオードが形成されている。そして、これらの表面に透明絶縁膜8が形成されて、受光部9が構成されている。

【0022】そして、発光素子である各多孔質シリコン層2と受光素子である各フォトダイオード7とをそれぞれ対向配置させると共に、第1の半導体基板1と第2の半導体基板6との間に被検液流路兼吸光セルとなる間隔10が形成されるように、発光部5となる第1の半導体基板1と受光部9となる第2の半導体基板6とを接合一体化することにより、溶液成分センサ11が構成されている。

【0023】すなわち、被検液流路兼吸光セルとなる間隔10は、多孔質シリコン層2からの発光光路を横切るように設けられているため、各多孔質シリコン層2から発光された光は、被検液流路10を流れる適量な試薬により呈色または発色された溶液（被検液）により一部吸収された後、各フォトダイオード7によりその強度が検出される。光の吸収は、被検液である溶液中の測定対象成分（溶質）の濃度、すなわち試薬による呈色または発色状態によって変化するため、被検液を透過した後の光の強度を測定することにより、測定対象成分の濃度を定量化することができる。

【0024】また、上記実施例の溶液成分センサにおいては、発光波長が異なる複数の多孔質シリコン層2を発光素子として利用しているために、回折格子を用いることなく、分光測定を行うことができる。

【0025】上記した実施例の溶液成分センサ11を用いて、血清試料に呈色用試薬を混合したものを被検液流路10に導入すると共に、各発光素子（多孔質シリコン層2）に電圧を印加して発光させ、被検液を透過した後の光の強度を、それぞれに対応したフォトダイオード7で検出し、血清試料中の無機リン濃度を測定した。具体的には、まず12ml遠沈管に5%トリクロロ酢酸（TCA）を9.50ml取り、血清0.500mlを加えてよく混ぜ、5分間放置した後に、1500rpmで上澄みが清澄となるまで遠心した。この上澄み5.00mlを試験管に取り、モリブデン酸アンモニウム溶液1mlを加えてよく混ぜた。モリブデン酸アンモニウム溶液は、モリブデン酸アンモニウム2.5gを

80mlの水に溶かし、5Mの硫酸30mlを加えて調製した。これを5~10分間放置した後、センサ11の被検液流路10に導入し、吸光測定を行った。この測定の際には標準濃度のリン酸溶液を用意して検量線を作成した。なお、この場合の吸光の変化は650nm付近で測定した。このようにすることによって、血清中のリン酸濃度を精度よく測定することができた。

【0026】図2は、発光ピーク波長を連続的に変化した多孔質半導体層を有する溶液成分センサの一実施例を示す図である。すなわち、この実施例においては、p型シリコン基板からなる第1の半導体基板12に絶縁膜13を形成した後、被検液の流路方向（図中、左右方向）に連続的に構造を変化させた多孔質シリコン層14を形成している。このような多孔質シリコン層14は、例えば陽極エッチング中に左右方向に異なる照度の白色光を照射する等によって得ることができる。具体的には、連続的に透過度が変化するフィルタをエッチング面の真上に配置し、その上からタングステンランプを照射しながら、一定の電流密度で電解エッチングを行う。その他、電解時の裏面電極を左右方向に対して不均等な位置に配置し、電流密度を場所によって変化させたり、あるいは後エッチングの時間を場所によって変化させる等によっても、多孔質構造を連続的に変化した多孔質半導体層を得ることができる。

【0027】上記した構造を連続的に変化した多孔質シリコン層14上には、電荷注入用の透明導電膜15および分光層16が順に積層形成されている。この分光層16は、構造を連続的に変化するにより発光ピーク波長を連続的に変化した多孔質シリコン層14（発光素子）の表面を分割し、対向配置させる各受光素子（後述）に特定ピーク波長をもつ光だけを各々導くためのものである。このため、各光取り出し窓16a、16a…から対置させた受光素子のみに光が到達するように、分光層16はある程度の厚みを有している。そして、これら分光層16および各光取り出し窓16a、16a…を保護絶縁膜（透明絶縁膜）17で覆うことにより、発光部18が構成されている。

【0028】一方、p型シリコン基板からなる第2の半導体基板19には、受光素子となる複数のフォトダイオードが各光取り出し窓16a、16a…に対応して設けられるように、複数のn+拡散層20、20…が形成されている。そして、これらの表面に透明絶縁膜21を形成すると共に、各受光素子19の光電流取り出し用電極（図示せず）を形成することにより、受光部22が構成されている。

【0029】そして、上記第1の半導体基板12の各光取り出し窓16a、16a…と、第2の半導体基板19の各フォトダイオード20、20…とをそれぞれ対向配置させると共に、これら基板12、19間に、被検液流路兼吸光セルとなる間隔23が形成されるように、両基

板12、19を接合一体化することによって、溶液成分センサ24が構成されている。

【0030】上記実施例の溶液成分センサ24によれば、発光ピークの異なるアレイ状の発光素子を容易に形成でき、多波長の分光型素子をよりコンパクトに実現することができる。この実施例の溶液成分センサ24も、前述した実施例の溶液成分センサ11と同様にして使用される。

【0031】上述した各実施例では、発光部と受光部を別々の半導体基板に作製した後、これらを接合一体化して構成した例について説明したが、このような場合にも、光学的には発光素子と受光素子とをそれぞれ一対一で向い合わせるだけで済み、従来の分光吸光装置のように、複雑な光路のアライメントを行う必要もなく、容易にかつ正確に組み立てることができる。また、半導体の集積化技術を適用して光学系を作製しているため、従来に比べて大幅に系全体を小型化することができ、ひいては装置の小型化、簡易化を図ることができる。さらに、半導体の集積化技術を適用しているため、基板上に多数のユニットを同時に形成し、これらを用いて発光部と受光部を組み合わせることで、各々のユニットに分割することも可能である。

【0032】また、本発明の溶液成分センサは、発光部、被検液流路および受光部を1つの半導体基板に形成することも可能である。さらに、発光部の駆動回路や、出力光電流の増幅および演算回路等を、集積形成することも可能である。

【0033】なお、上述した各実施例のように、発光波長の異なる複数の多孔質半導体層、あるいは発光波長が連続的に変化する多孔質半導体層を用いることにより、分光測定が可能となるため、より測定対象範囲が拡大して有効であるが、一波長の多孔質半導体層を用いる場合においても、本発明の溶液成分センサは有効であり、その効果を得ることができる。

【0034】次に、本発明による他の溶液成分センサの実施例について説明する。図3は、多孔質半導体層からの発光特性（発光波長や発光強度）が接触させた溶液の成分によって変化することを利用した溶液成分センサの一実施例の要部構成を示す図である。

【0035】同図において、31は結晶シリコン基板等からなる第1の半導体基板であり、この第1の半導体基板31には前述した実施例と同様な電解エッチングによる多孔質シリコン層32が設けられている。この多孔質シリコン層32は、後述する光照射によって励起され、溶液成分の濃度に応じて発光するものである。発光特性は、前述したように、エッチング条件により変化するため、測定対象や必要とする感度等に応じて設定するものとする。代表的には、 p -型の比抵抗 $10\Omega\text{cm}$ 程度のシリコンウエハにオーミック電極を背面に形成し、これを陽極にし、対極として白金板を用いて、電流密度 $20\sim 80\text{mA}/\text{cm}^2$ で1分から5分間程度の条件でエッチングを行う。また、前述した実施例と同様に、表面の均一性を改善するために、適宜エタノールによる希釈溶液を用いてもよいし、多孔質層の多孔度を上げるために、エッチング中にタングステンランプ等により光を照射してもよい。さらに、電解エッチング終了後に、フッ酸中に静置して後エッチングを行うことも、発光強度を上げるのに有効である。

【0036】また、上記多孔質シリコン層32の表面は、特定の検出成分に対する選択性を向上させるために、厚さ 10nm 以下程度の官能基で修飾することもできる。このような官能基としては、例えばプロトン基、水酸基、メチル基をはじめとする炭化水素基、カルボキシル基、アミノ基、アゾ基、ジアゾ基、フェニル基、ビニル基、シラノール基、ビスクラウンエーテル基等が用いられる。

【0037】上記第1の半導体基板31は、被検液流路となる間隔33が形成されるように、受光部側となる p 型結晶シリコン基板からなる第2の半導体基板34と接合一体化されている。第1の半導体基板31の多孔質シリコン層32は、被検液流路33内の被検液と接触するように配置されている。

【0038】第2の半導体基板34には、 n 型拡散領域を設けることによって、 pn 接合によるフォトダイオード35が形成されていると共に、多孔質シリコン層32に対応した位置に設けられた開孔部36内に、光ファイバ等による多孔質シリコン層32の励起光の導入部37が設置されている。また、第2の半導体基板34の被検液流路33側の表面には、受光素子となるフォトダイオード35を溶液から電気的に絶縁する絶縁膜38が形成されている。なお、この絶縁膜38としては、励起光の直接入射をカットするフィルタ特性をもった膜を形成してもよい。

【0039】上記構成の溶液成分センサにおいては、被検液流路33内を流れる溶液中の測定対象成分の濃度に応じて、多孔質シリコン層32からの発光波長や強度が変化するため、これらの少なくとも一方の変化を検出することにより、測定対象成分の濃度を定量化することができる。上記溶液成分センサを用いて、 pH の異なる被検液を順次被検液流路33内に導いたところ、フォトダイオード35で捕らえられる発光強度は、被検液の pH によって変化し、その違いを検出できることを確認した。

【0040】図4は、上記溶液成分センサの変形例の要部を示す図である。この実施例における溶液成分センサにおいては、溶液成分検出用の受発光部39に加えて、参照用の受発光部40を設けている。この参照用の受発光部40は、光の導入部37と受光素子となるフォトダイオード35とにより構成されている。このような構成を採用することによって、被検液となる溶液の濁度等の要因による受光量変化を校正することができる。

【0041】また図5は、多孔質半導体層の励起手段として電荷注入を適用した溶液成分センサの一実施例の要部構成を示す図である。上述した実施例と同様にして形成した多孔質シリコン層41を有する第1の半導体基板42上には、多孔質シリコン層41の表面を除いて絶縁膜43が設けられている。この絶縁膜43上には、多孔質シリコン層41を励起するための電極44が設けられている。この励起電極44は、白金や金等の不活性な金属で形成することが好ましい。また、励起電極44の設置場所は、上記した場所に限定されるものではなく、被検液に接していて、かつ多孔質シリコン層41や後述する受光素子45と絶縁されているところであればよい。

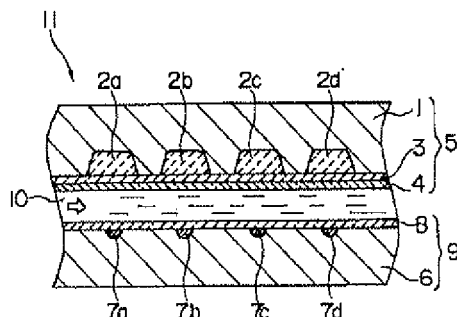
【0042】このような第1の半導体基板42を、被検液流路46となる間隔を確保して、受光素子45となるフォトダイオードおよび透明絶縁膜47を上述した実施例と同様にして形成した第2の半導体基板48と組み合わせて、溶液成分センサが構成されている。

【0043】上記構成の溶液成分センサにおいては、被検液となる溶液を被検液流路46に導入し、励起電極44から被検液を介して、多孔質シリコン層41に電荷を注入することによって、多孔質シリコン層41を励起発光させる。そして、上述した実施例と同様に、溶液中の測定対象成分の濃度に応じて変化する発光波長や強度を検出することにより、測定対象成分の濃度を定量測定することができる。ただし、この溶液成分センサでは、被検液に導電性をもたせておく必要があり、場合によっては無関係電解質を被検液に添加する等して電導度を調整する。実際の測定では校正液をまず導入して発光強度を測定し、次に対象被検液を導入して発光強度変化を検出する。

【0044】なお、上記した多孔質半導体層からの発光特性の変化を利用した各溶液成分センサは、前述した実施例の溶液成分センサと同様な吸光分析を組み合わせることも可能である。

【0045】

【図1】



【発明の効果】以上説明したように、本発明の溶液成分センサによれば、発光光源、被検液セル、受光部等の各要素を実質的に一体の基板に集積形成することが可能となる。これによって、従来に比べてそれぞれの要素の配置精度を著しく改善することができると共に、系全体を小型化することができ、ひいては装置全体の小型、簡易化を図ることが可能となる。また、多孔質半導体からの発光特性の変化を利用することにより、試薬の消費を回避した上で、電位検出型センサの外乱雑音に対する弱さを克服した、光学検出式の溶液成分センサを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による溶液成分センサの要部構成を示す断面図である。

【図2】本発明の他の実施例による溶液成分センサの要部構成を示す断面図である。

【図3】本発明による多孔質半導体からの発光特性の変化を利用した溶液成分センサの一実施例の要部構成を示す断面図である。

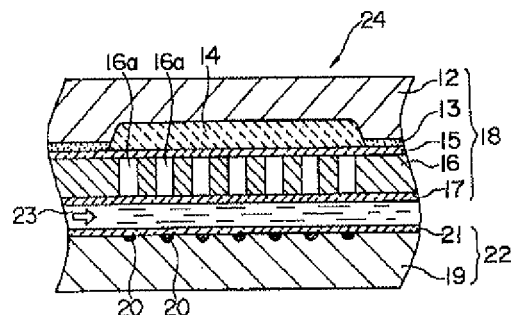
【図4】図3に示す溶液成分センサの変形例の要部構成を示す断面図である。

【図5】本発明による多孔質半導体からの発光特性の変化を利用した溶液成分センサの他の実施例の要部構成を示す断面図である。

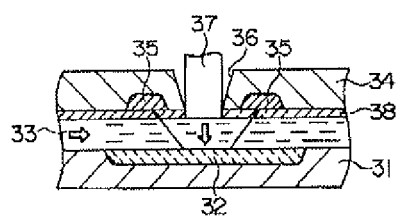
【符号の説明】

- 1、12、31、42……第1の半導体基板
- 2、14、32、41……多孔質シリコン層
- 3、15……透光性導電層
- 5、18……発光部
- 6、19、34、48……第2の半導体基板
- 7、20、35、45……フォトダイオード
- 9、22……受光部
- 10、23、33、46……被検液流路
- 11、24……溶液成分センサ
- 37……励起光導入部
- 44……励起電極

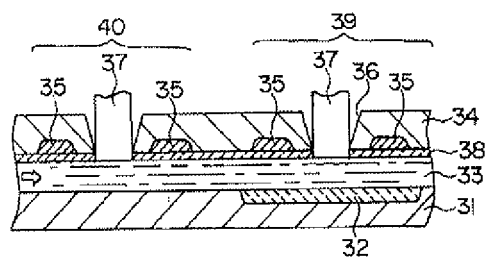
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

